QUAD. STUDI NAT. ROMAGNA, 2: 1-20, LUGLIO '93

Cesare Tabanelli

OSSERVAZIONI ED IPOTESI SULLE MALACOFAUNE PLIOCENICHE DELLA ROMAGNA

Riassunto

Facendo riferimento ai depositi sedimentari pliocenici del Pedeappennino di Romagna, vengono esaminati alcuni aspetti relativi all'evoluzione delle faune batiali a Molluschi.
Delectopecten vitreus (Gmelin) e *Limea strigilata* (Br.) sono le uniche specie presenti negli strati argillosi riferibili alla Zona a *Sphaeroidinellopsis spp.* In generale nei sedimenti piú antichi la malacofauna si presenta molto povera sia in esemplari che in specie, questo fino ai livelli argillosi pertinenti alla parte inferiore della zona a *G. punticulata*.
Nella parte superiore della Zona a *G.* ex gr. *crassaformis* è stato riscontrato un importante cambiamento faunistico consistente pricipalmente in:
— comparsa di specie di origine extramediterranea, alcune delle quali sopravviventi in Atlantico;
— estinzione di alcune specie che erano frequenti nei depositi piú antichi;
— un notevole ed improvviso sviluppo numerico di alcuni taxa specifici.
Inoltre si è notato all'interno della malacofauna un consistente incremento della variabilità specifica. Questo evento sembra essere assai prossimo se non coincidente alla pulsazione fredda di 2.6-2.4 MA. Viene proposto come suo marker la comparsa dell'ospite atlantico *Spisula excisa* (Ph.).

Parole chiave: Pliocene, molluschi, ospiti atlantici, fauna batiale, Romagna, Mediterraneo.

Abstract

[*Observations and hypotesis about Pliocene Mollusc fauna of Romagna (Italy)*]
The Author, making reference to the sequence of sedimentary deposits of the sub-Apennines in Romagna (Italy), examines some aspects regarding the evolution during the Pliocene of the bathial Mollusc fauna.
Delectopecten vitreus (Gmelin) and *Limea strigilata* (Brocchi) are the only species found in the clayey beds to be put in connexion with the *Sphaeroidinellopsis* spp. zone. Usually in the most ancient sediments the mollusc fauna is very poor both of specimens and species up to the clayey beds of the lower part of *Globorotalia punticulata* zone.

In the *Globorotalia crassaformis* subzone the author points out an important change in fauna, which consists of:
— the appearance of some species of extra-mediterranean origin, some of which still living only in the Atlantic Ocean;
— the extinction of some species often present in the most ancient deposits;
— the considerable and sudden imoroving of the number of species.
This event seems to be more next to the most recent cooling pulse of 2.6-2.4 MA ago, than to the ancient one.
The appearance of the atlantic quest *Spinula excisa* (Ph.) is proposed as its marker.

Key words: Pliocene, mollusks, atlantic quests, bathyal fauna, Romagna (Italy), Mediterranean.

Ringraziamenti

Ringrazio il prof. Giuliano RUGGIERI, del Dipartimento Geologia di Palermo, sia per le preziose osservazioni che per la lettura critica di questo testo e l'amico Giano DELLA BELLA di Bologna per avermi segnalato alcuni particolari ritrovamenti.

1. INTRODUZIONE.

Negli oceani e nei mari la temperatura dell'acqua è reputata il principale fattore che controlla la distribuzione geografica della specie. E' dunque per questo che i raffreddamenti climatici sono ritenuti i maggiori responsabili della gran parte delle crisi biologiche marine che si sono sussseguite nella lunga storia della Terra (STANLEY, 1984). Non fa eccezione il lento deterioramento che interessò il clima subtropicale del Pliocene. L'inizio di questo raffreddamento è datato dagli AA. 3,2 MA nel Nord Atlantico (THUNNEL, 1979; POORE, 1981) e 2,9 MA nell'Atlantico meridionale.
Vaste e profonde furono le conseguenze, tra le principali ricordiamo il formarsi della calotta glaciale artica, il lento raffreddamento delle acque superficiali con la conseguente migrazione delle province biogeografiche verso l'equatore.
Questo deterioramento del clima non fu graduale. L'esame dei cambiamenti nelle associazioni faunistiche e le analisi isotopiche (variazione del rapporto $^{18}O/^{16}O$ nei gusci nei foraminiferi) hanno evidenziato, su larga scala mondiale, due brevi intervalli di tempo, tra i 3,2 MA e i 3,0 MA e tra 2,6 e 2,4 MA, in cui si sarebbe avuta una intensificazione del raffreddamento. Di queste due oscillazioni climatiche la piú recente sembra essere stata la piú marcata e con essa si registra la definitiva presenza di una calotta glaciale nell'emisfero settentrionale. Per questo si è convenuto l'uso di indicare con il termine di "Pliocene glaciale" quella parte terminale del Pliocene che inizia con questa ultima oscillazione climatica.
A questo cambiamento di regime, le faune e le flore del Mediterraneo reagiscono con lente e differenti modificazioni. Così, ad esempio, nel nanoplancton si ebbe una quasi totale scomparsa dei *Discoaster*, genere di acque temperato-calde, e nei foraminiferi l'estinzione del 10% delle specie bentoniche e l'incremento della variabilità specifica nelle Globorotalie (RIO & SPROVIERI, 1986). In particolare, l'estinzione di molte specie di foraminiferi bentonici, facenti parte del-

le biocenosi del meso-epibatiale, viene a coincidere con le due crisi climatiche (SPROVIERI, 1986). SORBINI (1988) prendendo in esame l'ittiofauna di alcuni giacimenti italiani, fa partire all'incirca dalla pulsazione fredda piú recente la progressiva e lenta estinzione dei taxa ad affinità tropicale.

2. LE MODIFICAZIONI NELLE MALACOFAUNE.

L'evoluzione delle malacofaune del sistema litorale nel Pliocene del Mediterraneo, è stata oggetto di studio principalmente da parte di RUGGIERI (1962), di MARASTI & RAFFI (1976-1979-1980-1982) e di RAFFI & MONEGATTI (1986). MARASTI & RAFFI hanno messo in evidenza come nella prima fase del Pliocene (Tabianiano *sensu* MAYER, 1867, per questi AA.) la malacofauna fosse caratterizzata da una elevata percentuale di taxa ad affinità tropicale, cui faceva riscontro una relativa stabilità climatica. Successivamente, con l'inizio del deterioramento climatico, comincia una significativa, anche se lenta e graduale, estinzione delle forme tropicali. Piú in generale, l'esame dell'evoluzione della diversità tassonomica di 43 famiglie di bivalvi polisiringia (RAFFI & MARASTI, 1982) ha evidenziato come circa il 28% delle forme calde tende a scomparire nel corso del Piacenziano e circa il 25% nel Pleistocene.
Una complessiva sintesi storica di questo lungo processo di estinzione basato sui bivalvi polisiringia sia per il bacino del Mediterraneo che per il bacino meridionale del Mare del Nord, è stata compiuta da RAFFI, STANLEY & MARASTI (1985). Una prima significativa pulsazione di estinzione è da loro valutata intorno ai 3,2 - 3,0 MA, approssimativamente coincidente con i depositi piú antichi di tilliti glaciali in Islanda, quindi in corrispondenza dell'intervallo di tempo della piú antica oscillazione climatica in senso freddo. Una ulteriore pulsazione, con una massiccia estinzione di Molluschi, è da loro apprezzata intorno ai 2,5 - 2,4 MA, cioè in corrispondenza della seconda oscillazione climatica, la piú acuta, ossia con l'inizio del cosiddetto "Pliocene glaciale". Tra le cause di questo processo di estinzione, oltre al raffreddamento climatico, vi sarebbe, secondo questi AA., l'abbassamento del livello eustatico del mare con conseguente riduzione degli spazi per i vari habitat. In realtà questa seconda causa avrebbe avuto una influenza trascurabile nel Bacino del Mediterraneo, perché compensata da movimenti tettonici del fondo marino. La forte estinzione continuò nel Pleistocene inferiore ma cessò nel Pleistocene medio e superiore. Delle forme plioceniche apparentemente sopravvissero solo le specie euriterme.
E' ben noto che con l'inizio del Pleistocene si susseguirono varie fasi di migrazioni nel Mediterraneo di molluschi boreali. Ciò sembra dovuto soprattutto all'instaurarsi di una forte instabilità climatica con forti escursioni stagionali (RAFFI, 1986), piú che ad un ulteriore drastico raffreddamento. Questo permetteva di tanto in tanto la reintroduzione, dalle coste dell'Africa occidentale, di specie che già avevano popolato il Mediterraneo durante il Pliocene (RUGGIERI et al., 1982; RUGGIERI, 1987a-1987b). Per queste specie è stato coniato il significativo termine di "resuscitati pliocenici".

3. GLI OSPITI ATLANTICI.

Se l'evoluzione delle malacofaune plio-pleistoceniche riferibili al sistema litorale è stata oggetto di molteplici studi, l'evoluzione di quelle riferibili al sistema batiale lo è stata assai meno. Recentemente diversi AA. hanno preso in considerazione popolazioni batiali studiandole sia dal punto di vista della paleobiocenosi che del trofismo. In questo contesto DI GERONOMO & LI GIOI (1980)

hanno coniato il termine di "Ospiti atlantici" per le "specie conosciute viventi solo in fondi batiali atlantici della Provincia Lusitanica e Celtica e che cominciano ad essere trovate anche in sedimenti pleistocenici e olocenici del Bacino Mediterraneo". Segnalazione di "ospiti atlantici" in popolamenti di livelli riferibili al Siciliano o di età wurmiana vengono forniti da TAVIANI & SABELLI (1982), CROVATO & TAVIANI (1985), DI GERONIMO & BELLAGAMBA (1986), RINDONE & VAZZANA (1989) e RINDONE (1991).

4. PLIOCENE ED OSPITI ATLANTICI.

Della possibilità che specie attualmente viventi nei soli fondali profondi dell'Atlantico potessero essere presenti anche in biocenosi batiali del Pliocene già ne aveva fatto cenno SEGUENZA (1870: 69). Questi studiando i molluschi e i brachiopodi batiali delle faune dell'Italia meridionale, riscontrava con stupore la comparsa di queste specie. Egli commentava: "In tal modo accresciuti sempre piú i rapporti di somiglianza tra la fauna dello Zancleano e quella vivente del settentrione, io ne fui sempre piú impressionato, non per fatto in se stesso di specie emigrate, che mi era ben noto, ma bensì per l'età relativamente antica della formazione quaternaria diluviale e marina, più antica ancora delle sabbie dei calcari e delle argille plioceniche alle quali numerosi, variati e potenti strati dello Zancleano sottostanno immediatamente." SEGUENZA enumerava poi le seguenti specie: *Pleurotoma modiola, Columbella costulata, Natica montacuti, Aporrhais macandreae, Tectura fulva, Puncturella noachina, Fissurisepta papillosa, Emarginula crassa, Leda excisa, Leda lucida, Limopsis aurita, Lima sarsii, Lima excavata, Pecten tigrinus, Waldheimia septigera, Waldheimia cranium.* Essendo le ricerche talassografiche ai loro albori, tutto l'argomento appariva prematuro, infatti SEGUENZA, in una postilla finale, doveva ammettere che nel frattempo molte delle specie da lui enumerate erano state reperite anche nel Mediterraneo. Si tenga inoltre presente che molti dei terreni che questo A. attribuiva allo "Zancleano superiore" oggi sono comunemente assegnati al Pleistocene inferiore.

Due decenni dopo DE STEFANI (1891: 361-362) ritornava sull'argomento con maggiore determinatezza indicando relazioni e cause: *"Une distribution géographique apparemment paradoxale est propre à plusierurs espèces des depôts pliocènes de mer profonde, qui manquent aujourd'hui à la Méditerranée, mais se conservent sans modifications dans les eaux profondes d'un bout à l'autre de l'Atlantique telles que* ***Cylicna alba, Natica Montacuti, Odostomia unidentata, Trachysma delicatum, Trochus marginulatus, T. Ottoi, Seguenzia monicingulata, Helonyx ventricosa, Cadulus ovulum, Dentalium Delessertianum, Siphonodentalium gracile, Verticordia acutecostata, Lembulus pustulosus, L. pusio, Neilo excisus, Leda messanensis, Terebratula sphaenoïdea, Waldheimia septigera, Rhynchonella sicula.*** *La Méditerranée actuelle, ainsi que toutes les mers fermées, manque d'un caractère commun aux océans: la temperature de la mer ne s'abaisse point graduellement jusq'au fond; mais elle ne descend pas au-dessous de 12° c., tandis que, dans les océans, elle atteint 4° c. et méme moins. C'est à cause de cette grande uniformitè de température che les faunes des eaux profondes sont le plus souvent très largement distribuées et s'etendent à peu près d'un pôle à l'autre. Mais elles ne peuvent pas entrer dans le Méditerranée parce que la haute barrière de Gibraltar ne permet qu'une communication superficielle entre elle et l'Atlantique et empêche ainsi les eaux froides de la première de s'épancher dans la seconde. Si cette barrière s'affaissait suffisamment, les eaux*

et les faunes froides entreraient aussi dans la Méditerranée et l'on retrouverait ici, même de nos jours, le mollusques indiqués ci-dessus. A en juger par les exhaussements qui ont eu lieu dans le bassin méditerranéen après le Pliocène, il faut penser que dans cet âge le bassin a été bien plus profond qu'à présent et que par conséquent les communications avec l'Atlantique ont été aussi plus amples et plus profondes, ainsi que nous l'avons déjà deduit d'autres circonstances. Voilà pour quelle raison l'on trouve dans le Pliocene des espèce d'eau profonde et froide qui semblent indiquer dejà dans ces temps l'existence dans les profondeurs des Océans de courants froids et de conditions générales de géographie physique analogues à celles d'aujourd'hui."

5. DE STEFANI ED IPOTESI ATTUALI.

A distanza di un secolo la lista dei molluschi e dei brachiopodi di DE STEFANI manifesta tutta la sua vecchiezza. Essa andrebbe rivista alla luce degli enormi progressi delle ricerche talassografiche e della odierna stratigrafia. Le supposizioni teoriche di questo Autore appaiono invece quanto mai precorritrici ed attuali: infatti, è noto che in questi ultimi due decenni, attraverso lo studio in particolare delle ostracofaune, è stata confermata l'esistenza nel bacino del Mediterraneo di condizioni di circolazione termoalina durante tutto il Pliocene (BENSON, 1973) con conseguente presenza di due strati d'acqua, uno superiore caldo (termosfera) ed uno inferiore freddo (psicrosfera). Tali condizioni sembrano cessare alla fine del Pleistocene inferiore (COLALOLGO & PASINI, 1988).
Attualmente, mentre nel Mediterraneo vige una condizione stabile di omotermia, nell'Atlantico, fra le latitudini di 50° N. e 45° S., sotto i 500 m. di profondità, si configura la presenza di una psicrosfera, definita come massa d'acqua caratterizzata da una temperatura inferiore a 8-10°C. Analogamente si valuta che anche in passato nel Bacino del Mediterraneo la psicrosfera mantenesse il suo limite superiore intorno ai 500 m. di profondità.
L'opinione piú corrente è che, dopo la crisi messiniana, faune atlantiche abbiano ripopolato il Mediterraneo entrando attraverso lo stretto di Gibilterra (RUGGIERI, 1967), la cui soglia doveva subire ad intermittenza variazioni di larghezza e profondità, ma in tutti i casi era piú profonda di oggi. Ciò permetteva alle acque fredde di profondità di entrare nel Mediterraneo (BARRIER et al., 1989). Si tenga presente che attualmente, invece, sono le acque profonde mediterranee, piú dense e pesanti, che superano lo stretto di Gibilterra, dilagando sul fondo dell'Atlantico. Solo negli strati superficiali si genera una corrente che porta le acque atlantiche verso l'interno del Mediterraneo. E' opportuno ricordare che anche MARS (1963) per spiegare l'alternarsi nel quaternario di faune fredde con faune calde, aveva ipotizzato intermittenti versioni di corrente fra Mediterraneo ed Atlantico.

6. POPOLAMENTI BATIALE IN ROMAGNA: PREMESSA.

La ricchezza di malacofaune di grande profondità, che si susseguono con continuità dal Pliocene al Pleistocene in gran parte della serie sedimentaria marina della Romagna, permette di esaminare e studiare l'evoluzione della diversità tassonomica soprattutto in relazione al cambiamento di regime di quelle acque dutante quell'intervallo di tempo.
Si farà qui riferimento soprattutto alle osservazioni e ai dati raccolti nella porzione della serie compresa nel Pedeappennino romagnolo tra il fiume Santerno e il fiume Lamone. Costituiti nella sua totalità da strati pelitici in giacitura mo-

noclinalica immersa verso la pianura padana, sulla base del contenuto fossilifero essa denota quasi ininterrottamente batimetrie di sedimentazione intorno o superiori ai 500 m. di profondità. Così, ad esempio, lungo la sezione stratigrafica del Santerno è stata individuata la presenza di una ostracofauna psicrosferica in pieno Pliocene inferiore (COLALONGO et al., 1982: 164), all'interno di argille sedimentate fra i 500 e i 1300 m. di profondità nell'epibatiale inferiore. In generale le biocenosi di questi sedimenti marini sono tutte riferibili a quelle dei fanghi batiali e presentano solitamente predominanza di specie caratteristiche del piano batiale su quelle euribate. Di regola, mancano le specie caratteristiche del piano circalitorale. Non è raro trovare concentrazioni di fossili di acque meno profonde rimaneggiati per opera di fenomeni di risedimentazione, anche in forma di vaste lenti argillose, ricche di tritume organogeno. Queste ultime, essendo particolarmente numerose e concentrate in punti precisi della successione, sembrano denunciare specifiche fasi di instabilità del fondo marino.

7. L'ORDINE DI COMPARSA DELLE SPECIE NEL BASSO PLIOCENE.

L'inizio del Pliocene localmente è litologicamente ben definito da sedimenti pelitici di mare profondo (formazione delle Argille Azzurre) posti sulle evaporiti del Messiniano. A NW di Brisighella è ubicata la sezione geologica del "Monticino", in corrispondenza della omonima Cava di materiale gessoso (MARABINI & VAI, 1988). Qui la parte basale del Pliocene è ben esposta per una potenza di una ventina di metri. COLALONGO (1988) vi ha riconosciuto, dal basso verso l'alto, le seguenti biozone a foraminiferi plantonici: zona a *Sphaeroidinellopsis* spp. per uno spessore di circa 4,70 m; zona a *Globorotalia puncticulata* per uno spessore di 7 m. con contemporanea presenza sia di *G. punticulata* sia di *G. margaritae*.
All'interno di queste argille la malacofauna è estremamente rarefatta e contraddistinta da una variabilità specifica molto bassa. Nei livelli a *Sphaeroidinellopsis* ssp. ho rinvenuto due uniche entità specifiche: *Delectopecten vitreus* (Gmelin), *Limea strigilata* (Brocchi). Anche nei livelli successivi della sezione queste due specie sono sporadicamente presenti, assieme ad alcune occasionali valve disarticolate giovanili di Pectinidi riferibili al genere *Chlamys*. Fa eccezione una piccola concentrazione di fossili, con spoglie anche piritizzate, a 12 m circa dalla base della sezione (zona a *G. margaritae*) dove ho riconosciuto le seguenti specie: *Anatoma crispata* Fleming, *Alvania testae* (Aradas & Maggiore), *Mathilda* sp., *Fustiaria triquetra* (Brocchi), *Delectopecten vitreus* (Gmelin), *Chlamys angelonii* (Menegh.), *Limea strigilata* (Brocchi), *Neopycnodonte coclear* (Poli).
Nelle argille riferibili alla parte piú alta della zona a *G. punticulata* la malacofauna inizia ad essere assai piú ricca in esemplari ed in numero di specie pur rimanendo caratterizzata da una notevole dispersione nel sedimento. Queste argille, non comprese nella sezione del "Monticino", tuttavia sono affioranti in molte località calanchive della monoclinale romagnola. Fra le specie che esse includono citiamo: *?Turcicula distincta* (Seguenza), *Pseudorbis elegantula* (Philippi), *Lischkeia ottoi* (Philippi), *Choristella prisca* Tabanelli, *Skenea robbai* Bernasconi, *Molleriopsis ruggieriana* Tabanelli, *Alvania diadema* (De Stefani), *Obtusella sabelliana* Tabanelli, *Gymnobela pliorecens* (Ruggieri), *Pseudavena olivoides* (De Cr. & Jan), *Cadulus (Gadila)* cfr. *subfusiformis* Sars, *Brevinucula glabra* Philippi, *Nuculana messanensis* (Seguenza in Jeffreys), *Nuculata trigona* (Seguenza), *Limopsis pygmaea* (Philippi), *Propeamussium duodecimlamellatum* (Bronn), *Notolimea crassa* (Forbes), *Korobkovia oblonga* (Philippi), *Kelliella*

abissicola (Forbes).
Nella sezione del "Monticino" la presenza non occasionale di glauconite o di noduli di marcasite-pirite nei livelli argillosi pertinenti alla zona a *G. margaritae* (MARABINI & VAI, 1988), come pure la presenza di frammenti legnosi all'interno di piccole concentrazioni di zolfo nei livelli pertinenti alla zona a *G. punticulata*, fanno supporre fondali con fasi ambientali riducenti o debolmente riducenti che dovevano essere di ostacolo alla normale attività biologica. Ciò spiegherebbe l'estrema povertà della malacofauna e di reperti fossili in generale. Queste particolari condizioni sembrano venire meno nei livelli successivi per cui nella parte superiore della zona a *G. punticulata* la diversità biologica raggiunge livelli ottimali, conseguentemente anche la malacofauna si arricchisce di diverse forme specifiche.

8. VARIABILITA' SPECIFICA E SUE MODIFICAZIONI NEL PIACENZIANO.

Dopo questa prima fase le malacofaune batiali sembrano godere di una breve stabilità nella loro strutturazione specifica e si caratterizzano per la forte presenza di *Korobkovia oblonga* (Ph.), *Limea strigilata* (Br.), *Fustiaria triquetra* (Br.) e *Aporrhais serresianus* (Michaud).
Successivamente esse subiscono un repentino mutamento consistente principalmente in:
a) - la più o meno concomitante comparse di nuove specie di origine extramediterranea, alcune delle quali sopravviventi solo in Atlantico;
b) - l'estinzione di alcune specie molto frequenti nelle precedenti biocenosi;
c) - il notevole ed improvviso sviluppo numerico di alcuni taxa specifici.
Le malacofaune da questo momento in poi assumano caratteristiche tipicamente atlantiche, nel senso che ben si confrontano con le malacofaune atlantiche attuali.
Come marker di questo cambiamento si propone la comparsa di *Spinula excisa* (Philippi) [Tav. 1; fig. 5], un paleotassodonte che, fra tutte le nuove specie di origine extramediterranea, appare tra i piú significativi per l'abbondanza con cui viene a caratterizzare le successive biocenosi anche nel Pleistocene. Con riferimento allo schema biostratigrafico di COLALONGO & SARTONI (1979), tale comparsa viene a ricadere nella parte superiore della Zona a *G.* ex gr.*crassaformis* quasi in coincidenza con una certa frequenza di *G. atlantica* sinistrorsa, specie tipica di acque fredde. Il tutto fa supporre che questa età ricada nell'intervallo di tempo tra le due oscillazioni fredde di 3,2-3,0 e 2,6-2.4 MA, ma piú prossima (se non coincidente) alla oscillazione piú recente. Tutto ciò è in pieno accordo sia con i lavori di PADOVANI & TAMPIERI (1970), che hanno collocato la comparsa di *S. excisa* lungo la sezione del Santerno nel Pliocene medio, sia con i dati biostratigrafici di SAMI (1991) e, per quanto riguarda la presenza di forme fredde, con RUGGIERI (1977), che ha riscontrato a questi livelli la presenza, in buone percentuali, dell'ostracode *Cytheropteron testudo* Sars. A questo proposito BONADUCE & SPROVIERI (1985) hanno evidenziato come questo ostracode, considerato come un vero e proprio "ospite nordico", abbia fatto il suo ingresso nel Mediterraneo durante il Piacenziano in corrispondenza della zona biostratigrafica MPL5 di CITA 1975, cioè in pieno Pliocene medio.
Anche ROVERI et al., (1992), segnalano la presenza di *S. excisa* nel Pliocene medio della sezione del T. Samoggia (BO): biozona a *G.* ex gr. *crassaformis*,

MNN 18, Crona di Matuyama.

9. a - SPECIE DI NUOVA INTRODUZIONE.

Elenco le specie che per la prima volta fanno la comparsa nelle associazioni batiali della Romagna in contemporanea o di poco posteriore a *S. excisa*:

— *Nassarius (Cryptonassarius) spinolosus* (Philippi, 1844). [Tav. 1: fig. 2].
La specie è presente esclusivamente nei livelli dove fa la sua comparsa *S. excisa* e si rinviene solo in alcuni calanchi posti fra Borgo Rivola e il fiume Santerno. Nel suo aspetto è sorprendentemente simile a *Nassarius (Cryptonassarius) ephamillus* (Watson, 1882), attualmente vivente lungo le coste della Nuova Zelanda, dell'Australia e della Tasmania fra 146-2013 m di profondità (CERNOSKY, 1981: 182).

— *Gimnobela croarensis* (Foresti, 1897). [Tav. 1; fig. 1].
Rara, Come per la precedente specie, la sua presenza è episodica, cioè legata alla comparsa di S. excisa.

— *Scaphander punctostriatus* (Mighels, 1841). [Tav. 1; fig. 12].
Molto raro. Attualmente è presente in tutto l'Atlantico settentrionale e nel Mediterraneo occidentale dove è poco frequente. Vive nelle acque circalitorali della Groenlandia e della Norvegia del Nord, ma man mano che scende verso le basse latitudini la sua batimetria si accresce divenendo specie caratteristica del piano batiale (rinvenuto fino a 1730 m di profondità; BOUCHET, 1975).
CALDARA & GARGANESE (1990) citano *Scaphander* cfr. *punctostriatus* all'interno di analoghe biocenosi per le argille di Montalbano Ionico (Basilicata) pertinenti alla fine del Pliocene.

— *Bulla pinguicula* Seguenza, 1880.
Rara. Attualmente è specie amfiatlantica e mediterranea.

— *Deminucola striatissima* (Seguenza, 1877). [Tav. 1; fig. 8].
Ovunque molto rara. Il genere *Deminucola* Iredale, 1931 comprende specie sia attuali dell'Australia che fossili della Nuova Zelanda (MAXWELL, 1988).

— *Ledella gibba* (Seguenza, 1877). [Tav. 1; fig. 11].Rara. Conosciuta solo allo stato fossile e distribuita per tutto il Pliocene e parte del Pleistocene inferiore.

— *Ledella pustulosa* (Jeffreys, 1876). [Tav. 1; fig. 9].
Molto rara. Vivente nel N. Atlantico fra i 600 - 2700 m di profondità in acque comprese tra 2,4°C e ± 10°C (KNUDSEN, 1970: 165).

— *Spinula excisa* (Philippi, 1844), [Tav. 1; fig. 5].
Molto frequente. Vivente in Atlantico nella forma *subexcisa* (Dautzemberg & Fischer, 1897) tra i 1800? - 5100 m di profondità in acque con temperature comprese fra i 0.3°C ? e i 3,8°C ? (KNUDSEN, 1970: 165). In precedenza chi scrive (TABANELLI, 1981: 216) supppose la presenza di questa specie solo dall'inizio del Pleistocene, mettendo così erroneamente in dubbio le giuste segnalazioni plioceniche di MARASTI & RAFFI (1977).
S. excisa è stata segnalata in varie località dell'Emilia Romagna, dell'Abruzzo (CERULLI IRELLI, 1896), dell Basilicata (CALDARA & GARGANESE, 1990), della Calabria e della Sicilia. E' conosciuta allo stato fossile dal Pliocene medio a tutto il Pleistocene.

— *Tindaria solida minor* Seguenza, 1880.
Molto rara e fossile solo del Pliocene. Il genere *Tindaria* Bellardi, 1875 (tipo T. *arata* Bell.: Miocene dei Colli Torinesi) è cosmopolita e presente solo negli oceani a batimetrie elevate (almeno 1900 m di profondità), in acque con temperature non superiori ai 3°C.

— *Propeamussium* aff. *meridionale* (E.A. Smith. 1885).
Frequente e fossile solo nel Pliocene.
Descrizione: conchiglia inequivalve, molto sottile e fragile per cui si rinviene sempre in frammenti e quasi sempre decorticata. La valva sinistra presenta una fine scultura radiale evanescente verso il bordo inferiore della conchiglia, che si interseca con fitte e fini strie concentriche. la valva destra, che è piú appiattita dell'altra, possiede delle lamelle concentriche. Le orecchiette sono subeguali. Il ligamento è piccolo e triangolare. All'interno della valva sono presenti 11—12 costoline di rinforzo.
Dimensioni: alt. 30-40 mm, larg. 30 mm.
P. meridionale è attualmente vivente lungo le coste dell'Africa orientale tra i 1829 m e i 4810 m di profondità, in acque comprese fra 0,8°C e i 4°C (KNUDSEN, 1970: 278).

10. b - LE SPECIE CHE NON SOPRAVVIVONO.
Queste le specie la cui estinzione è sincrona con la comparsa di *S. excisa*:
— *Korobkovia oblonga* (Philippi, 1844).
— *Limea strigilata* (Brocchi, 1814).
Entrambe sono frequenti nella biocenosi sottostanti ai livelli con *S. excisa*, probabilmente possedevano le medesime caratteristiche batimetriche (circalitorale-batiale) e trofiche (ROBBA, 1981: 100-101).
Per quanto si può dedurre da MARASTI & RAFFI (1976), l'estinzione di *K. oblonga* nel Piacenziano di Maiatico (Parma) ricadrebbe nell'interno della subzona a *G. crassaformis* di COLALONGO *et al.*, (1972), della zona MPL5 di CITA (1975) e della zona NN16 di MARTINI (1975). Questi dati sono ben in accordo con quelli sopracitati, relativi alla comparsa di *S. excisa*.

11. c - SPECIE CHE CONSENGUONO UN NOTEVOLE SVILUPPO POPOLAZIONISTICO.
Un piccolo stock di specie, già presenti in modo occasionale nelle biocenosi precedenti a questo evento. risponde al cambiamento della malacofauna con una evidente espanzione numerica.
— *Brevinucola glabra* (Philippi, 1844). [Tav. 1; fig. 13].
E' specie estremamente affine all'attuale *Brevinucula verrilli* (DALL, 1886) vivente in Atlantico fra i 1660-3100 m di profondità in acque compresa fra i 2,6 e i 3,3°C (Knudsen, 1970: 21), da cui si differenzia per la maggiore ampiezza dell'angolo che il bordo anteriore e quello posteriore formano con la zona umbonale ($\geq$ 90° in *B. glabra*; $\leq$ in *B. verrilli*).
— *Neilonella pusio* (Ph.) *salicensis* (Seguenza, 1877) [Tav. 1; fig. 7].
Durante il Pliocene sembra essere presente solo la forma *salicensis*, assume la forma *pusio (sensu stricto)* [Tav. 1; fig. 10] nel Pleistocene inferiore.
LAGHI (1986), ha fatto uno studio critico su questa specie partendo dal presupposto che la specie del PHILIPPI sia munita di resilifer. Ora la descrizione originale a proposito di questo fondamentale carattere dice: "... *Fovea ligamenti non cospicua*." Traduzione: "... Fossa del legamento non visibile." in altre parole assente. Infatti negli esemplari del Pleistocene di Romagna, del tutto simili alla figura originale di PHILIPPI, non vi è traccia di resilifer.
Conseguentemente bisogna dare atto che SEGUENZA, JEFFREYS, NORDSIECK... hanno inteso la specie sempre nel senso giusto, e che anche l'opinione (LAGHI, 1986) di porre in sinonimia *N. pusio* con *Nuculana messanensis* (Se-

guenza in Jeffreys) non può essere accettata.
Per JEFFREYS (1879: 579) e per SEGUENZA (1877: 18) la forma *salicensis* sarebbe vivente in Atlantico. LAGHI (1986) elevando tale forma a specie, propone di considerarne la forma attuale atlantica come sottospecie col nome "*atlantica*". Secondo KNUDSEN (1970: 165) essa vivrebbe fra i 500-2700 m di profondità in acque comprese fra i 2,4 e i + 10°C ?
N. pusio (Ph) viene comunemente inserita fra le specie viventi nel Mediterraneo (NORDSIECK, 1969: 14; PIANI, 1981: 9; SABELLI, GIANNUZZI-SAVELLI & BEDULLI, 1990: 78).
— *Pseudavena olivoides* (De Cr. & Jan, 1832). (= *Bulla coclis* PONZI, 1876). [Tav. 1; fig. 6].
E' specie batifila che si rinviene esclusivamente nelle argille del Pliocene.

12. LA PRESENZA DI PARTICOLARI FORME EVOLUTIVE.

Un altro aspetto, meno appariscente, sembra caratterizzare il mutamento nelle biocenosi delle malacofaune batiali: l'evoluzione di alcune specie in peculiari forme. Esse verranno qui menzionate come entità sottospecifiche per meglio evidenziare le rispettive affinità, ciò non toglie che esse possono essere anche interpretate come entità specifiche a se stanti, avendo distribuzioni cronostratigrafiche e caratteristiche batimetriche diverse dalle loro progenitrici.
— *Nassarius turbinellus* (Br.) *turbinelloides* (Seguenza, 1880).
La sua comparsa segue di poco quella di *Spinula excisa* e sovente la sua presenza è numericamente elevata.
— ? *Admete dregeri* (Hoernes & Auinger) *profundus* (Tabanelli, 1985). [Tav. 1; fig. 4].
Come per la precedente sottospecie, l'apparizione di questa particolare forma segue di poco quella di *S. excisa* e sembra coincidere con l'estinzione della forma tipica che popolava gli ambienti circalitoriali-batiali. La sua distribuzione non va oltre il limite Plio-pleistocene. Frequente.
— *Microdrilla crispata* (De Cr. & Jan) *vatreni* (Della Bella & Tabanelli, 1986).
Sempre molto rara. La sua comparsa è sincrona con quella di *S. excisa*, e si estingue all'inizio del Pleistocene. *M. crispata* viene citata fra i Molluschi marini attuali del Brasile: "off Pernambuco in 640 m - Challenger -" (RIOS, 1985: 135).
Mentre la genesi e l'evoluzione del *Nassarius* e dell'*Admete* sottospecifiche sembrano essere strettamente legate con il mutamento malacofaunistico pliocenico, quest'ultima potrebbe avere origini piú remote: infatti è probabilmente segnalata nel Tortoniano del Bacino piemontese (ROBBA, 1968: 595) ed è strettamente affine con la miocenica (del Bacino di Vienna) *M. adelae* (Hornes & Auinger, 1891).

13. OSPITI ATLANTICI NEI SEDIMENTI PLIOCENICI.

La nozione di "Ospite atlantico" così come è stata formulata da DI GERONIMO & LI GIOI ci sembra restrittiva, per cui si propone la seguente riformulazione: specie o sottospecie di sedimenti Pliocenici, Pleistocenici o Olocenici morfologicamente identificabili ad altre attualmente viventi solo in fondi batiali oceanici in particolare della provincia Lusitanica e Celtica dell'Atlantico.
Accettando questa nuova definizione si creano le premesse per considerare a pieno titolo come "Ospiti atlantici" diverse delle specie fossili qui citate. In particolare: *Lischkeia ottoi, Brevinucula glabra, Ledella pustulosa, Spinula excisa*.
Per altre la qualifica di "Ospite atlantico" non è certa. I campionamenti in Me-

diterraneo negli ultimi anni da parte di navi oceanografiche hanno permesso di appurare che varie specie batifile vengono ritrovate allo stato di conchiglie subfossili, probabilmente originarie da tanatocenosi premoderne in parte dell'ultimo glaciale. Così, per alcune specie la qualifica di viventi nell'attuale bacino del Mediterraneo in base a ritrovamenti del passato, oggi viene messa in dubbio. E' il caso soprattutto di *Scaphander punctostriatus* (vedi BOUCHET & TAVIANI, 1989), specie ad affinità boreale (CATTANEO-VIETTI & THOMPSON, 1989). Per lo stesso motivo suscita dubbi, in chi scrive, che *Neilonella pusio* venga inclusa fra i Molluschi viventi del Mediterraneo, in riferimento ad alcuni rari ritrovamenti, e per l'identificazione di parte di tali ritrovamenti con questa specie. Altri "Ospiti atlantici" compaiono nel Pliocene di Romagna molto dopo l'evento che ha come marker *S. excisa*. Cito: *Seguenzia monocingulata* (Seguenza, 1876), ? *Drilliola pruina* (Watson, 1881) [Tav. 1; fig. 3], *Taranis borealis* Bouchet & Waren, 1980 (comunicazione personale di G. DELLA BELLA).

14. INCREMENTO DELLA DIVERSITA' SPECIFICA.

In campagna, l'apparizione all'interno delle argille plioceniche di *S. excisa*, si configura come una ipotetica linea che partendo a Nord di casa Palara, sul fianco destro del fiume Santerno, si inoltra piú o meno lungo lo spartiacque di rio Raggio e rio De Ronchi nei pressi della frazione di Borgo Rivola e, dopo aver attraversato il torrente Sintria sotto casa Vignale, perviene sotto i dirupi di M.te della Siepe nei pressi di Brisighella. [Fig. 1]. A oriente del versante destro del fiume Lamone, la comparsa di questo piccolo Paleotassodonte nei medesimi sedimenti coevi, non è piú riscontrabile essendo le biocenosi batiali qui presenti, tipiche di ambienti meno profondi (epibatiale superiore).

Questo importante episodio di notevole variazione della diversità specifica nelle malacofaune, comporta anche un generale arricchimento in numero di specie. Le associazioni fossili di tre distinti punti di raccolta posti lungo la successione sedimentaria romagnola [Fig. 1; loc. A,B,C.] hanno dato un numero complessivo di 27 specie di Molluschi bentonici mediamente prima dell'evento *excisa*, contro 65 specie dopo il medesimo evento.

Valentine (1971) afferma che un aumento della profondità di sedimentazione negli ambienti batiali comporta un incremento della diversità specifica e una diminuzione della densità animale. A questo proposito una variazione di batimetria non sembra però possa essere invocata a spiegazione del drastico aumento in specie avutosi durante l'evento in questione, sia perché in campagna non si osserva una diminuizione della densità animale all'interno del sedimento, sia perché la batimetria sembra generalmente conservarsi alle medesime profondità. Si vedano, ad esempio le oscillazioni batimetriche all'interno della sezione stratigrafica del Santerno secondo le valutazioni di COLALONGO *et al.*, (1982). Nel paragrafo seguente si tenterà di formulare una plausibile ipotesi.

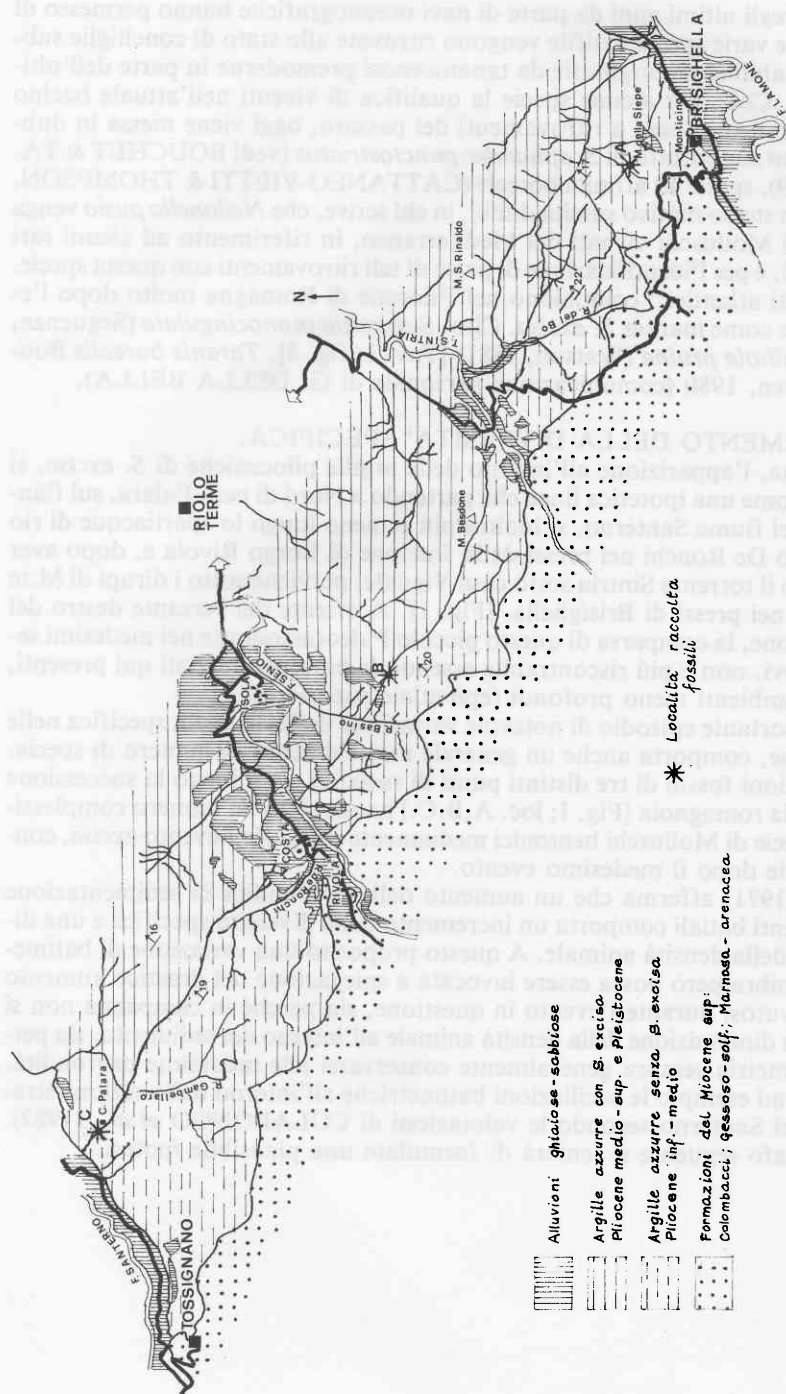



Fig. 1 - Carta degli affioramenti più significativi nel Pedeappennino romagnolo compreso fra la Valle del fiume Santerno e quella del fiume Lamone. [Tavola ispirata da Marabini S. & Vai S. (1985) per l'andamento del confine Miocene-Pliocene e la mappatura dei terrazzi alluvionali.]

15. IPOTESI E CONSIDERAZIONI FINALI.

In un modello di tipo oceanico la temperatura dell'acqua negli strati superficiali varia enormenente a seconda della latitudine (da 1.5°C nelle regioni polari, a 24-30°C nel Golfo Persico), ma al di sotto della piattaforma continentale la temperatura è la stessa per tutto l'anno. A 2000-3000 m. non supera i 4°C. Ciò comporta che molti organismi marini di profondità godano di ambienti molto stabili. In Mediterraneo negli ultimi 10.000 anni (HUANG & STANLEY, 1972) si sono instaurate condizioni particolari: la soglia dello stretto di Gibilterra impedisce che in questo bacino penitrino le fredde acque profonde dell'Atlantico consentendo l'ingresso solo di quelle calde piú superficiali. Attualmente queste, anche nei mesi invernali, hanno temperature non inferiori ai 13-15°C.

In generale anche nel bacino mediterraneo si possono individuare due distinte regioni d'acqua, in senso verticale, con caratteristiche di temperatura diversa. Una fascia superficiale di 150-200 m. con forte escursione termica compresa fra i 13°C invernali e i 25°C estivi e una ampia fascia di acque profonde dove la temperatura si mantiene attorno a un valore medio di 13°C.

Durante il Pliocene la situazione era completamente ribaltata: il clima oggi temperato, era di tipo subtropicale e andava gradualmente deteriorandosi; la soglia di Gibilterra subiva oscillazioni eustatiche che permettevano, ad intermittenza, alle fredde acque della psicrosfera oceanica di entrare e contemporaneamente, alle acque piú superficiali del Mediterraneo era permesso di espandersi verso- l'Atlantico. Tutto ciò dovette influire con un duplice e diverso effetto sull'evoluzione delle malacofaune del sistema litorale:

1°) il deterioramento climatico comportò un raffreddamento delle acque della termosfera e ciò dovette essere la causa primaria della lenta ed inesorabile estinzione delle forme a carattere subtropicale;

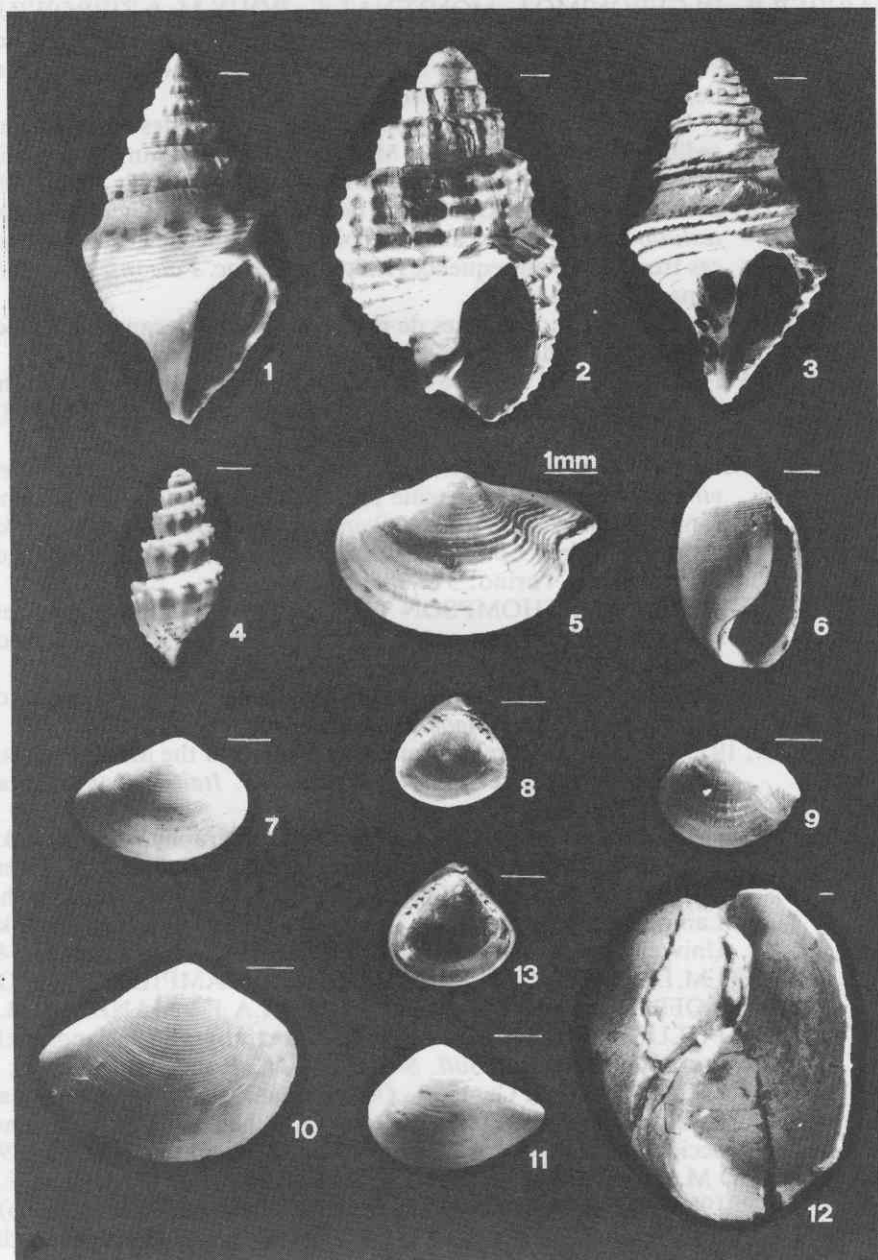
2°) il deflusso di queste acque dal Mediterraneo verso l'oceano Atlantico doveva essere di ostacolo all'introduzione di forme piú temperate. Solo con l'inizio del Pleistocene, a clima ormai irrimediabilmente compromesso, si registra una vera immigrazione di nuove forme a parziale compensazione di quelle estinte. E' la comparsa dei cosiddetti "ospiti nordici".

Per l'evoluzione delle malacofaune profonde non è possibile evocare fra le cause principali i mutamenti climatici e conseguentemente variazioni di temperatura. Infatti, in un modello di tipo atlantico, le fredde acque profonde sono caratterizzate da una notevole stabilità proprio perché non soggette all'influenza delle variazioni climatiche. Se nelle malacofaune batiali del Bacino pliocenico romagnolo, il processo di estinzione appare piú graduale e assai meno marcato, rispetto a quello delle malacofaune litorali, va attribuito certamente ad un fattore di stabilità ambientale. Si deve invece supporre che variazioni nella portata del flusso delle acque fredde e piú dolci, causate da mutamenti nella profondità e nella larghezza della soglia dello stretto di Gibilterra, abbiano potuto influire sulla concentrazione salina. Infatti, fermo restando la pressione, salinità e temperatura sono i fattori determinanti che regolano la concentrazione dei gas disciolti e quindi anche dell'ossigeno. Se si esclude la temperatura, che per quelle acque doveva essere costante, all'incirca sui 4°C, il fattore salinità diventa preponderante. Col diminuire della salinità la quantità di gas che può essere disciolta nell'acqua aumenta. Ciò comporta una maggiore ossigenazione che, favorendo lo sviluppo delle catene alimentari con conseguente incremento delle quantità di alimenti a disposizione degli organismi, aveva per riflesso una espansione della diversità biologica all'interno delle varie biocenosi. Questi fattori devono essere

ipotizzati come la causa dei principali aspetti che contrassegnano l'evento che ha come marker la comparsa di *Spinula excisa* (Ph.). In particolare, l'instaurazione di una piú forte corrente fredda di origine atlantica e la conseguente disponibilità di maggiori risorse alimentari devono avere favorito la comparsa e l'incremento del numero di specie di origine atlantica all'interno delle biocenosi.

Tavola 1.

Fig. 1 - *Gynobela croarensis* (Foresti, 1987)
Fig. 2 - *Nassarius (Cryptonassarius) spinolosus* (Philippi, 1844)
Fig. 3 - ? *Drilliola pruina* (Watson, 1881)
Fig. 4 - ? *Admete dregeri profundus* (Tabanelli, 1985) (Olotipo)
Fig. 5 - *Spinula excisa* (Philippi, 1844)
Fig. 6 - *Pseudavena olivoides* (De Cr. & Jan, 1832)
Fig. 7 - *Neilonella pusio salicensis* (Seguenza, 1877)
Fig. 8 - *Deminucula striatissima* (Seguenza, 1877)
Fig. 9 - *Ledella pustulosa* (Jeffreys, 1876)
Fig. 10 - *Neilonella pusio pusio* (Philippi, 1844)
Fig. 11 - *Scaphander punctostriatus* (Mighels, 1841)
Fig. 13 - *Brevinucula glabra* (Philippi, 1844)

1
2
3
1mm
4
5
6
7
8
9
13
10
11
12

Bibliografia

BARRIER P., DI GERONIMO I., MONTENAT C., ROUX M. & ZIBROWIUS H., 1989 - Presence de faunes bathyales atlantiques dans le Pliocène et le Pleistocene de Méditerranée (détroit de Messine, Italie). *Bull. Soc. geol., France*; 8 (4): 787-796.

BENSON R.H., 1973 - Psycospheric and continental Ostracodes from ancient sediments in the floor of the Mediterranean. In Ryan W.B. et alii: *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*; 12: 1002-1008.

BONADUCE G. & SPROVIERI R., 1985 - The appearamce of *Cytheropteron testudo* Sars (Crustacea: Ostracoda) is a Pliocene event. Evidences from a sicilian sequence (Italy). *Boll. Soc. Paleont. Ital.,* Modena; 23 (1): 131-136.

BOUCHET P., 1975 - Opisthobranches de profondeur de l'Ocean Atlantique: I - Cephalaspidea. *Cah. Biol. Mar.*; 16: 317-365.

BOUCHET P.H. & TAVIANI M., 1989 - Atlantic deep sea Gastropods in the Mediterranean: new finding. *Boll. Malacologico:* Milano: 25 (5-8): 137-148.

CALDARA M. & GARGANESE V.A., 1990 - Paleocomunità a *Delectopecten vitreus* (Gmelin) nelle argille plio-pleistoceniche di Montalbano Ionico (Basilicata). *Atti del Quarto Simposio di Ecologia e Paleontologia delle Comunità bentoniche.* Ed. Museo Regionale di Scienze Nat., Torino; 373-385.

CATTANEO-VIETTI R. & THOMPSON TH.E., 1989 - Mediterranean Opisthobranchs Molluscs: a zoogeographic approach. *Boll. Malacologico*, Milano; 25 (5-8): 183-204.

CERULLI IRELLI S., 1896 - Molluschi fossili del Pliocene nella provincia di Teramo. *Boll. Soc. Geol. It.,* Roma; 15 (1): 1-5. (Estr.).

CITA M.M., 1975 - Planktonic foraminiferal biozonation of the Mediterranean Pliocene deep sea record. A revision. *Riv. Ital. Paleont.,* Milano; 81: 527-544.

COLALONGO M.L., 1988 - Plantik foraminifer biostratygraphy, with remarks on benthic foraminifers and ostracodes (Monticino Quarry, Faenza). In: De Giuli C. & Vai G.B. (eds.). Fossil vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines - Field Trio Guidebook, Univ. of Firenze and Bologna, Comune of Faenza, Faenza: 53-54.

COLALONGO M.L., PADOVANI A., SARTONI S., TAMPIERI R., D'ONOFRIO S., ELMI C., FRANCAVILLA F., MANZONI M., POLUZZI A. & RUSSO A., 1972 - Biostratigrafia e cronostratigrafia del Pliocene. *Boll. Soc. Geol. It.,* Roma; 91: 489-509.

COLALONGO M.L. & PASINI G., 1988 - Ostracofauna plio-pleistocenica batiale rinvenuta nel Pozzo 654 dell'ODP Leg 107 (Mare Tirreno occidentale). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, Modena; 27 (3): 277-289.

COLALONGO M.L., RICCI LUCCHI F., GUARNIERI P. & MANCINI E., 1982 - Il Plio-Pleistocene del Santerno (Appennino romagnolo). In: Cremonini G. & Ricci Lucchi F. (eds.), Guida alla geologia del margine appenninico padano, Guide geol. reg. S.G.I., Bologna: 161-166.

COLALONGO M.L. & SARTONI S., 1979 - Schema biostratigrafico per il Pliocene ed il basso Plesitocene in Italia. Pubbl. 251 PF Geodinami

ca CNR. 645-654.

CROVATO P. & TAVIANI M., 1985 - *Nystiella atlantis* Clench & Turner, 1952, from the Pleistocene of Archi (Reggio Calabria: Southern Italy): first fossil record of the subfamily Nystiellinae (Gastropoda, Epitonidae). *Boll. Malacologico,* Milano; 21 (10-12): 289-294.

DAUTZEMBERG P. & FICHER H., 1896/97 - Dragages effectués par l'Hirondelle et par la Princesse-Alice. *Mém. Soc. Zool.* France, Paris; 9 (1896): 395-498. 10 (1897): 139-234.

DELLA BELLA G. & TABANELLI C., 1986 - Un turridae batifilo nei depositi plio-pleistocenici della Romagna. *Boll. Malacologico*, Milano; 22 (5-8): 161-166.

DE STEFANI C., 1891 - Les terrains tertiaires supérieures du bassin de la Méditerranée. *Ann. Soc. Geol. Belg.*; 18: 201-419.

DI GERONIMO I. & BELLAGAMBA M., 1986 - Malacofaune dei dragaggi BS 77-1 e BS 77-2 (Sardegna nord Orientale) *Boll. Soc. Paleont. Ital.,* Modena; 24 (2-3): 111-129.

DI GERONIMO I. & LI GIOI R., 1980 - La malacofauna würmiana della staz. BS 77-4 al largo di Capo Coda Cavallo (Sardegna nordorientale): *Ann. Univ. Ferrara* (n.s.), sez. IX, Sc Geol. e Paleont., v.XI, suppl.: 123-151.

HUANG TER-CHIEN & STANLEY D.J., 1972 - Western Alboran Sea: sediment dispersal ponding and reversal of currents. In: D.J. STANLEY Ed., the Mediterranean Sea: a natural sedimentation laboratory. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg/PA; 521-559.

JEFFREYS J.G., 1879 - On the Mollusca of the "Lightning" and "Porcupine" Expeditions 1868-70. Part. II. *Proc. Zool. Soc.* London.: 553-588.

KNUDSEN J., 1970 - The systematics and biology of abissal and Hadal Bivalvia. Reprinted from Galathea report v. 11; Danish Science press, LTD, Copenhaghen: 241 pp.

LAGHI G.F., 1986 - *Nucula pusio* Philippi, 1844 (Paleotaxodonta, Bivalvia): studio critico e proposte. *Atti Mem. Acc. Naz. Lett. Arti Modena,* ser. 7, Modena; 1: 155-195.

MARABINI S. & VAI S., 1985 - Analisi di facies e macrotettonica della Vena del Gesso in Romagna. *Boll. Soc. Geol. It.*, Roma; 104 (1): 21-42.

MARABINI S. & VAI G.B., 1988 - Geology of the Monticino Quarry, Brisighella, Italy. Stratigraphic implications of its late Messinian mammal fauna. In: De Giuli C. & Vai G.B. (eds.), Fossil vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines - Field Trio Guidebook, Univ. of Firenze and Bologna, Comune di Faenza, Faenza: 39-52.

MARASTI R. & RAFFI S., 1976 - Osservazioni biostratigrafiche e paleontologiche sulla malacofauna del Piacenziano di Maiatico (Parma, Emilia occidentale). *Boll. Soc. Paleont. Ital.,* Modena; 15 62): 189-214.

MARASTI R. & RAFFI S., 1977 - Diversità tassonimica dei bivalvi pliocenici del Bacino padano: 1. I Bivalvi dell'Emilia occidentale. Aten. Parm., Acta Natur.; 13: 3-70.

MARASTI R. & RAFFI S., 1979 - Observations on the paleoclimatic and biogeographic meaning of the Mediterranean Plicoene molluscs. State

of the problem. Ann. Géol. Pays Hellen. Tome hors série 1979 (2), 727-734, VII International Congress on the Mediterranean Neogene, Athens, 1979.

MARASTRI R. & RAFFI S., 1980 - Extinction of polysyringian bivalves in the Mediterranean Pliocene. Pp. 107-115. In: Istituto di Geologia Univ. Parma. Volume dedicato a Sergio Venzo. Grafiche STEP; PARMA.

MARS P., 1963 - Les faunes marines et la stratigraphie du Quaternaire méditerranéen. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*; 28 (43): 61-97.

MAXWELL P.A., 1988 - Comments on "A Reclassifdication of the Recent Genera of the subclass Protobranchia (Mollusca: Bivalvia)" by J.A. Allen and F.J. Hannah (1986). *J. Conch.*; 33: 85-96.

NORDSIECK F., 1969 - Die europäischen Meeresmuschen (Bivalvia). Fischer, Stuttgart; 256 pp.

PADOVANI A. & TAMPIERI R., 1970 - Ricerche sui Molluschi Plio-Pleistocenici della Valle del Santerno (Appennino romagnolo), *Giorn. Geol.* (2); 35 (1): 301-309.

PHILIPPI R.A., 1836-1844 - Enumeratio Molluscorum Siciliae cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium. Berlino: 1 (1836): XIV, 268 pp.; 2 (1844): 304.

PIANI P., 1981 - Catalogo dei Molluschi conchiferi viventi nel Mediterraneo. Errata corrige ed emendatio n° 1. Alleg. a *Boll. Malacologico*, Milano; 17 (1-2): 12 pp.

POORE R.Z., 1981 - Temporal and spatial distribution of ice-rafted grains in Pliocene sediments of the North Atlantic: implicatians for late Cenosoic climatic history. In: Warme, J.E., Douglas, R.G., Winterer, E.L., (Eds), The Deep Sea Drilling Project: A Decade of Progress: Soc. Econ. Pal. Min., Spec. Publ.; 32: 505-515.

RAFFI S., 1986 - The significance of marine boreal molluscs in the early Pleistocene faunas of the Mediter ranean area. *Paleogeogr., Paleoclim., Palaeoecol.*, Amsterdam; 52: 267-289.

RAFFI S. & MARASTI R., 1982 - The Mediterranean bioprovince fro the Pliocene: observations and hypotheses based on the evolution of the taxonomic diversity of molluscs. Proc. First int. Meet. In: Paleont., Essent. of Histor. Geol., Venezia, 1981: 151-177.

RAFFI S. & MONEGATTI P., 1986 - Prelymiminary remarks on the ecobiostratigraphy of the Piacenzian stratotype section. Grafiche Step, Parma; 8 pp.

RAFFI S., STANLEY S.M., MARASTI R., 1985 - biogeographic patterns and Plio-Pleistocene extinction of Bivalvia in the Mediterranean and southern North Sea. Paleobiology: 11 (4): 368-388.

RINDONE V., 1991 - Due Architectonicidae del Pleistocene basale di Salice. *Boll. Malacologico*. Milano; 26 (10-12): 169-172.

RINDONE V. & VAZZANA A., 1989 - Alcune specie di molluschi delle argille batiali del piano siciliano (Pleistocene inf.) della cava di Archi (ReggioCalabria). *Boll. Malacologico*, Milano; 25 (5-8): 233-240.

RIO D. & SPROVIERI R., 1986 - Biostratigrafia integrata del Pliocene-Pleistocene inferiore mediterraneo in un'ottica di stratigrafia sistematica. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, Modena; 25 (1): 65-85.

ROBBA E., 1981 - Studi paleoecologici sul Pliocene Ligure. IV. Malacofaune

batiali della Liguria occidentale. *Riv. Ital. Paleont.,* Milano; 87 (1): 93-164.
ROVERI M., CANDINI F., D'ONOFRI S., LANDINI W., NEGRI A., SORBINI L., TAVIANI M. & VIGLIOTTI L., 1992 - La sezione del T. Samoggia (Bologna). Documentazione sedimentologica e paleontologica di un evento anossico medio-pliocenico. *Giorn. di Geologia,* Bologna; ser. 3°, 54 (1): 37-53.
RUGGIERI G., 1962 - La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna: A cura della Camera di Comm. Ind. e Agric. Forlì. 76 pp.
RUGGIERI G., 1967 - The Miocene and later evolution of the Mediterranean Sea. In Adams C.G. & Ager D.V. (eds.): Aspects of Tethyan Biogeography, Systematics Association Publications, London; 7: 283-290.
RUGGIERI G., 1977 - Individuazione del Pleistocene basale nella sezione di Castrocaro (Forlì). *Boll. Soc. Geol. It.,* Roma: 95 (1976): 881-890.
RUGGIERI G., 1987a - La trasgressione dell'Emiliano (Pleistocene inferiore) e il significato dei "resuscitati pliocenici". *Giorn. Geol.,* Bologna; 49 (2): 23-30.
RUGGIERI G., 1987b - La ricomparsa nel Pleistocene marino del Mediterraneo di Molluschi pliocenici. *Atti Soc. Tosc. Sc. nat. Mem.,* ser. A; 94: 1-10.
RUGGIERI G., CHIAPPETTA G. & CORTE O., 1982 - Gasteropodi della fam. Terebridae nel Pleistocene Siciliano. *Nat. Sicil.,* Palermo: (IV): 49-58.
SABELLI B., GIANNUZZI-SAVELLI R. & BEDULLI D., 1990 - *Catalogo annotato dei Molluschi Marini del Mediterraneo.* Ed. Libreria nat. bolognese, Bologna; 1: 348 pp.
SAMI M., 1991 - Rilevamento Geologico e Biostratigrafico nella bassa valle del Lamone: dalla F. a Colombacci ai depositi terrazzati. Implicazioni cronologiche e paleontologiche. Università degli studi di Bologna: tesi di laurea (ined.).
SEGUENZA G., 1870 - Sull'antica distribuzione geografica di alcune specie malacologiche viventi. *Bull. Malac. It.*: 3: 65-74, 118-127.
SEGUENZA G., 1877 - Nuculidi terziarie rinvenute nelle province meridionali d'Italia. *Atti R. Acc. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.,* Roma: 1163-1200.
SEGUENZA G., 1880 - Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). *Atti R. Acc. Lincei. Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.,* Roma; 6: 446 pp.
SORBINI L., 1988 - Biogeography and climatology of Pliocene and Messinian fossil fish of Eastern-Central Italy. *Boll. Mus. civ. St. nat.,* Verona; 14 (1987): 1-85.
SPROVIERI R., 1986 - Paleotemperature changes and speciation among benthic Foraminifera in the Mediterranean Pliocene. *Boll. Soc. Paleont. Ital.,* Modena; 24 (1): 13-21.
STANLEY S.M., 1984 - Estinzione in massa negli oceani. *Le Scienze,* Milano; 192: 30-39.
TABANELLI C. 1981 - Il genere Ringicula Deshayes, 1838 nei depositi profondi del Pleistocene basale in Romagna. *Boll. Malacologico,* Milano; 17 (9-10): 211-222.

TABANELLI C., 1985 - Un cancellaride batifilo per il Pliocene italiano. *Boll. Malacologico*, Milano; 21 (1-4): 21-24.

TABANELLI C., 1991 - Contributo alla conoscenza della malacofauna del Pliocene batiale di Romagna: descrizione di alcune nuove specie. *Boll. Malacologico,* Milano; 27 (1-4): 49-55.

TAVIANI M. & SABELLI B., 1982 - *Iphitus* (Mollusca, Gastropoda) a deep-water genus new to the Mediterranean sea. *Lav. Soc. Malac. Ital.*, Milano: 129-131.

THUNELL R.C., 1979 - Mediterranean Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy: Quantitative results from DSDP Sites 125,132 and 372. *Micropal.*, 25: 412-437.

VALENTINE J.W., 1971 - Resource supply and species diversity patterns. *Lethaia*, Oslo; 4: 51-61.

Indirizzo dell'autore: via Testi, 4 - 48010 Cotignola (RA).